Semiconductor light-emitting device						
Patent Number:	□ <u>US2002028526</u>					
Publication date:	2002-03-07					
Inventor(s):	MURAKAMI TETSUROU (JP); HOSOBA HIROYUKI (JP); NAKATSU HIROSHI (JP); KURAHASHI TAKAHISA (JP)					
Applicant(s):						
Requested Patent:	□ JP2002076433					
Application Number:	US20010943738 20010904					
Priority Number (s):	JP20000267345 20000904					
IPC Classification:	H01L21/00					
EC Classification:						
Equivalents:						
	Abstract					
(particularly for IE invention is to pro efficiency by exter to Group V eleme According to the pwith a high efficient active layer is formed, at	ntion relates to a semiconductor light-emitting device used for optical transmission (EE 1394) and displays and the like. More specifically, an object of the present evide a semiconductor light-emitting device capable of emitting the light with a high ending a distance from an active layer to a boundary having poor crystal quality due ents As and P exchange to suppress deterioration in crystal quality of the active layer. Or esent invention, a semiconductor light-emitting device capable of emitting the light ency because a reflecting multilayer with a different material system from that of an end on the substrate in order to achieve a high reflectance, however, the active effer a reflecting multilayer formed with the same material system as that of the active ereon, to lengthen a distance between the active layer and a material system error.					
Data supplied from the esp@cenet database - I2						

盐 华 噩 4 8 (18) 日本四本四十(J P)

4

存開2002-76433 (11) 新出層公開春号 数例

(P2002-78433A)

(49)公開日 平成14年3月15日(2002.8.15)

(51) lot Q.		Majies	P.I.	(A).T.C.L
HO1L	00/ss		H01L 33/00	B 5F041
H01S	6/183		H018 6/183	5F073
	5/343		5/343	

審査請求 未請求 請求項の数11 OL (全 11 頁)

(71) 出版人 00005048	グヤーン外の場合 大阪府大阪市阿倍野区最初町20歳20年(72)発野倉 倉庫 幸祉	(7.) 発射者中華、現存、大阪市内体等区域、12.4年22年、シナビの大阪市内体等区域、12.4年22年、シャニーがよりをおお	(74)代型人 100062144 弗理士 青山 葆(46.1名)	
(##2000-287345(P2000-287345)	平成12年9月4日(2000.9.4)	: -		
(21) 出版中	(22) 出版日			

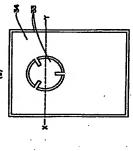
中華存出光景中 (54) [記形の名称]

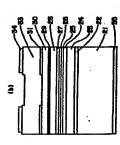
切り換えによる結晶性の低い界面から活性層までの距離 【解決手段】 発光層26と異なる材料系の多層反射膜 Dまたは面発光レーザーにおいて、AsとPのV核元素の 【課題】 AlGaluP系のレゾナントキャピティー型LE 9、高効率な殆光が可能な半導体発光薬子を提供する。 を大きくして活性層の結晶性低下を抑制することによ (存圧性) (67) [聚粒]

と同じ材料系の多層反射膜を形成した後、殆光層を形成 した、材料系の切り え界面から活性層までの距離を大

なくする。

23,24により高い反射率を確保し、その上に発光局





(仲計請求の範囲)

半導体基板上に、半導体基板と同程度の も2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材料系か 各子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なくと の多層反射膜の最上層と同じ材料系からなる活性層を含 らなる多層反射膜を複数形成し、この多層反射膜上にこ ひ1以上の層数からなる発光層を備えることを特徴とす 5半球体殆光紫子。

仲の材料系からなる多層反射膜を備えることを物徴とす 松光層上に松光層と同程度の格子定数を 5間女項11記載の半導体昭光紫子。 [原水斑2]

枠の多層反射膜が発光層と同じ材料系であることを特徴 (請求項3] 発光層上の発光層と阿程度の格子定数を とする糖水項2配敷の半導体発光素子。 「請水項4】 発光層上に、発光層と同趨度の格子定数 を持ち、周折率を変えることのできる少なくとも2種類 の材料系を使用し、それぞれが単一の材料系からなる多 の材料が発光層と同じ材料系であることを物質とする情 層反射膜を複数形成し、この多層反射膜の最も発光層側 **永項2配載の半導体発光素子。**

14、多層反射膜を構成するもう一方の層よりもエネルギ 【請求項5】 発光層に接する多層反射膜を構成する層 ーギャップが大きいことを特徴とする請求項1ないし4 いずれか1 記載の半導体発光素子。

料系からなる複数の多層反射膜が(AlyGal→)₂Inl→p (0 【静水項7】 半導体基板上に形成する半導体基板と同 【請求項6】 半導体基板がGaAsであることを格徴とす 程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少 なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材 |-1.b (0≤y'≤1, 0≤s'≤1) であることを停斂とする る請求項1ないし5いずれか1配敷の半導体発光素子。 ≤y≤1, 0≤x≤1) を含み発光層が(Aly, Gal-y')z'In 請水項6配数の半導体発光繋子。

程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少 【請求項8】 半導体基板上に形成する半導体基板と同 なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材 科系からなる複数の多層反射膜がAlyGal - yAs (0≤x≤ 1)を含むことを特徴とする請求項7記載の半導体発光 発光層上に備える発光層と同程度の格子 **定数を持ち、屈折耶を変えることのできる少なくとも2** 種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材料系からな る複数の多層反射膜がAlgGal-xAs (0≤x≤1)を含むこ とを特徴とする請求項7または8配載の半導体発光素 [#米][8]

【開水項10】 半導体基板上に形成される半導体基板 系の多層反射膜とその下の別の材料系からなる多層反射 の材料系からなる複数の多層反射膜の最上層と同じ材料 る少なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一 と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変えることのでき

や徴とする請求項1ないし9いずれか1記載の半導体発 膜の界面と括性層の距離が0.8μm以上であることを

とする請求項1ないし10いずれか1配載の半導体発光 【静水項11】 活性層が量子井戸層であることを特徴

[発明の詳細な説明]

【発明の属する技術分野】本発明は光伝送用(特にIEEE 1394用)および表示用毎に用いられる半導体発光素子に 0001]

[0002]

(従来の技術】近年、光通信や半導体発光素子情報表示 ちの半導体発光素子は発光効率が高いこと、光通信用の が開発されている。これちの半導体発光素子は、2つの 4.ネル毎に半導体発光素子が広く用いられている。 これ 半導体発光素子においてはさらに広答選度が高速である ことが重要であり近年開発が盛んに行われている。通常 00Mbps~200Mbps程度が限界である。そこ ミラーで形成された共振器において発生する定在被の腹 および高効率を実現する半導体発光素子である。伸に表 近、比較的短い距離の通信に光ファイバー(POF)が 存材なや弦光層とするアンナントキャパティー型1月0日 Visible Resonant Cavity Light Emitting Diode: IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS VOL. 10 NO. 12 DECEMBE 氏口をもいは回始光フーナーと呼ばれる半様存扱光報子 の位置が殆光層になるようにすることにより、高速応答 利用されはじめ、このPOFの低損失な波長領域である や面架光レーザーが開発されている (High Brightness で、アンナントキャアティー(Resonant Cavity) 樹し の面発光型のLEDは高速応答性はあまりよくなく、 650nmでの高効率な発光が可能なAlGaInP系の半導

[0003] R 1998]

の結果、基板側分布プラッグ反射器 (Distributed Brag ントキャアディー型LEDや面路光フーボーは低在数の |発明が解決しようとする課題|| ところが、従来レゾナ **数長程度の長さの共振器長で業子が作製されていた。そ** 以の位置に特度よく活性層を形成する必要があるため、 g Reflector; DBR) と活性層との距離が非常に小さ くなっていた。

て透明な材料でDBRを形成する場合、AlGaAs系の材料 反射率が必要な基板側にはAlGaAs系の材料からなるDB Rが採用される。これは、650nmの発光波長に対し [0004] 発光層がAlGaInP系の場合、100%近い の方がAlGaInP系の材料よりも高風折率側の層と低阻折 単個の届との屈折単差が大きくなるからである。

在層またの距離がかさいVIGaInP来のアンナントキャア [0005] ところが、As-PのV 放元素が切り替わる 界面は結晶性が悪いため、AsとPの切り換え界面から活

2

ම

ティー数LEDを両路光フーナーは内部量子効率が低下してしまうという問題があった。過格様後のLEDにっても同様の同題があり、As-Pの切り様大評価から招格層はなる一位値以下になると効率が低下します。

【0006】そこで、本発的の目的は、上腔問題点を解決するために、As PのV統元素の切り換えによる結晶性の低い界面から活性層までの距離を大きくして活性層の結晶性低下を抑制することにより、高効率な発光が可能な半導体殆光素子を提供することにある。

【韓国を解決するための年段】上記目的を達成するため に請求項1の半導体発光素子は、半導体基低上に、半導 体基板と同程度の格子定数を持ち、風が率を変えること のできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれ が単一の材料系からなる多層反射膜を複数形成し、この 多層反射膜上にこの多層反射膜を複数形成し、この 多層反射膜上にこの多層反射膜を複数形成し、この 多層反射膜上にこの多層反射膜を複数形成し、この ますでは、発光層と向こり上の層数からなる発光層を値え ることを特徴とする。この請求項1の発明の半導体発光 素子では、発光層と異なる材料系の多層反対解により高 い反射率を確保し、その上に発光層と同じ材料系の多層 反射膜を形成した後、発光層を形成するので、材料系の 切り替え界面から活性層までの距離を大きくすることに より活性層の結晶性低下を避けることができる。

[0008] 請求項2の半導体発光素子は、請求項1の半導体発光素子において、発光層上に発光層と同程度の格子定数を持つ材料系からなる個反対膜を値えるにを格徴とする。この請求項2の半導体発光素子では、発光層上の多層反対膜が発光素子では、発光層上の多層反対膜が発光素子では、発光層上の多層反対解が表して、存みに傾面状態が得られ、少ない個数で高い反対率を、ることができる。「0009] 請求項3の半導体発光素子にはいて、発光層上の発光層と同因対象であることを特徴とする。この請求項3の半導体発光素子では、光光層上の多層反対膜が発光層と同じ材料系であることを特徴とする。この請求項3の半導体発光素子では、発光層上か多層反対膜が発光層と同じ材料系であることを特徴とする。この請求項3の半導体発光素子では、発光層上か多層反対膜が発光器と同じ材料系であるので、発光層上格子定数が同じて材料系が表れるので、発光層上格子定数が同じて材料系が表えるので、発光層と格子定数が同じて材料系がある

射膜の場合よりも作製が容易である。 [0010] 酵水項4の半導体発光菓子は、醋水項2の 半導体発光菓子において、発光層上に、発光層と同程度 の格子定数を持ち、屈折率を変えることのできる少なく とも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材料系 からなる多層反射膜を複数形成し、この多層反射膜の最 も発光層値の材料が発光層と同じ材料系であることを特 後とする。この酵水項4の半導体発光素子では、発光層

なる材料系の多層反射膜を値えるので、発光層よりも上 の多層反射膜の反射率を少ない層数で高くすることがで きる。 [0011] 請求項5の半導体発光素子は、請求項1な

よりも上の発光層とは直接接しない場所に発光層とは異

いしるに配載の半導体発光素子において、発光層に接する多層反射膜を構成する層が、多層反射膜を構成するもう一方の層よりもエネルギーギャップが大きいことを特徴とする。この酵水質5の半導体発光素子では、よりエネルギーギャップの大きな材料が増光層に接するので、キャリアのオーバーフローを対断することができる。

【0012】翻求項6の半導体発光素子は、請求項1ないしちに配載の半導体発光素子において、半導体基板がGASであることを特徴とする。この翻求項6の半導体発光数が対象子では、GAS基板に格子整合することができるAlGaAS、AlGaIDS、2AS系等の材料を使用することがで

[0013] 請求項7の半導体発光素子は、請求項6に 配載の半導体発光業子において半導体基板上に形成する 半導体基板と同程度の格子企数を持ち、屈折率を変える ことのできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それ ぞれが単一の材料系からなる複数の分層反対膜が(M₁/₂a 1-y₂In_{1-z}P (0≤y≤1, 0≤z≤1) を含み発光層が(M₂/₃d_{21-y})₂In_{1-z}P (0≤y≤1, 0≤z≤1) を含み発光層が(M₂/₃d_{21-y})₂In_{1-z}P (0≤y≤1, 0≤z≤1) を含み発光層が(M₂/₃d_{21-y})₂In_{1-z}P (0≤y≤1, 0≤z≤1) を含み発光度を使用 し、y3上U3、対 はよび*を任意に変化させることによって、緑色から赤色の数表質等の半導体発光素子をは って、緑色から赤色の数表質等の半導体発光素子を作取 することができる。

[0014] 請求項8の半導体殆光素子は、請求項7に配載の半導体発光素子において、半導体基板上に形成する半導体基板上に形成する半導体基板上に形成するとものできる少なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材料系からなる複数の存属反対膜が11.5。11.481.48 (05151) からなる分層反対膜は線色から赤色の数表質域に対して、(Alyal-y)2.101.49 (05151) からなる分層反対膜は線色から赤色の数表質域に対して、(Alyal-y)2.101.49 (05151) からなる多層反対膜はりを反対率が高いので、少ない温数で高い反対等を移ることができる。

[0015] 翻次項9の半導体発光素子は、翻次項73 よび8に配載の半導体発光素子において発光層上に強え る発光層と同型度の格子定数を持ち、囲が母を変えるこ とのできる少なくとも2種類の材料深を使用し、それぞれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜がAlfol」 As (0≤x≤1)を含むてとを特徴とする。この請求項9 の半導体発光素子では、Alfol」As (0≤x≤1)からな る金層反射膜は終色から赤色の波長関線に対して、(Aly (o₁-y)zlni、P (0≤x≤1)からな 段よりも反射率が高いので、少ない層数で高い反射率を 得ることができる。

[0016] 請求項10の半導体発光紫子は、請求項1ないし9に配載の半導体発光紫子において半導体基依上 に形成される半導体基板と同程度の格子定数を持ち、囲行 を変えることのできる少なくとも2種類の材料系を

使用し、それぞれが単一の材料条からなる複数の多層反対製の表上層と同じ材料系の多層反対膜とその下の別の材料系からなる多層反対膜の非面と活性層の阻離が0.3μ四以上であることを特徴とする。この間水項10の半導体充光素子では、金層反対観の景上層と同じ材料系の多層反対膜とその下の別の材料系からなる多層反対解の砂原面と活性層の距離が0.3μ四以上であるので、減か減晶性の活性層を形成することができる。

[0017] 部水道11の半導体光光紫中は、部水道1 ないし10に記載の半導体光光紫平において活性圏が貫子井戸屋であることを帯観とする。この部水道110半等体光光紫平では、活性圏が貫子井戸であるので、重子井戸活在屋を使用するングナントキャピケム一型1ED は1び回光光アーザー等に適用し効率の高い半導体光光紫半を作数することができる。

10が年のれた。

[0019] 実施的1 図1(a) は本実施的で得られる半導体殆光素子の中面 図でわり、図1(b) は図1(a)のXーYでの新面図 でわる。図2は本実施例の半導体殆光素子の製造工程を 示す斯面図である。図3(a)は本実施例の半導体光 素子の製造工程を示す平面図であり、図3(b)は図3 (a)のXーYでの新面図である。

0. 5ペアと表記される。

[0020] この半導体発光素子はAlGaInp系のものであり、図2に示すように、n型のGaAs基板1上にn型のGaAs単位上にn型のGaAs単位上にn型のGaAs単位上にn型のGaAs単位にn型のAlAsとからなる20.5ペアのDBR3、n型のAlAsとからなる20.5ペアのDBR3、n型のAlAsとからなる50.5元の。5年のDBR4、n型のAlAs 20.5元の。5年の日間、F層5 (厚さ約0.2μm)、井戸層が80AのGaInとイリア層が20AのAlAs 55名。5月の。5月の。5月の、5年の5本を表示す戸荷性層6、p型のAlAs 55名。30.510。5月をからなる量子井戸荷性層6、p型のAlAs 503。510。5月をからなる量子井戸荷性層6、p型のAlAs 30.510。5月をからなる量子井戸イルm)、p型のGaAs cap層9 (厚さ0.01 μm)を有機金属気相成長 (Metal Organic Chemic II wappro Deposition: MOCDV) 弦により顔深刻層

[0021] ここで、n型のAl0、g6a0、g6aと n型のAl4aの20、 5ペアのDBR3はよびn型のAl0、g1a0、gPと n型のAl0、g2a0,g)0,g1n0.gPの 5ペアのDBR4は反射ス

ペクトルの中心が650nmになるようにした。そして、 量子井戸活性層6のピーク数長を650nmになるようにした。また、n型の(Mo, fao, 3)0,51ao, 57億1クラッド層5の層厚はDBRでの反射光と活性層での発光光の干渉ビーかが650nmになるようにした。

(0022) その後、図3 に示すように、p型のGaAs cap 届9を確康/近畿化水漿系エッチャントで終去した後、p型のAl0、65aのより、sa電流拡影器3上にAu2n/la/Auをスペッタし、フォトリングラフィーによりバターニングし装面電極を形成した。その後、熱処理することによりp型電極

[0023] そして、図1に示すように、GAAB被を約280μ由まで研磨し、この研磨した面にAuGo/kuを推し、熱処理することによりの型電値11を形成した。このようにして移られた半導体粉光業すの光出力は、30mAにて1・45mWであった。n型のAlg, glag, glag, glagの

(Alo, 26a, 9), 5ln, 5Pの5ペアのDBRもがない構造の素子の光出力が、30mAにて0. 44mWであったのに比べて、約3倍の光出力向上が達成された。n型のAl 6.55a, 5Aと n型のAl 6.55a, 5Aと n型のAl 6.55a, 5B n型のAl

[0024] n型の(Ml0, r5a0, 3)0, 5ln0, 5p第1クラット層が約0、2μmの場合における光出力のn型のMl0.5cn0, 8)0, 5ln0, 5p DBRのペア数依存住を図4に示す。1ペアは約0、1μmであるので、図4上り光出力の低下を1/2宝でに抑動するためにはMicak系DBRとMicaln系DBRとの界面から活性層までの距離を0、3μm以上にする反駁があるこれを4元と

[0025] 実施例2

図5 (a) は木実権的で得られる半導体発光素子の平面 図であり、図5 (b) は図5 (a) のメーツでの前回図 である。図6 は木実権例の半導体発光素子の製造工程を 示す断面図である。図7 (a) および図8 (a) は本実 施例の半導体発光素子の製造工程を示す平面図であり、 図7 (b) および図8 (b) は、それぞれ、図7 (a) および図8 (a) のメーツでの断面図である。

₹

וא חוד החוד וו החוד והחדות או

0.57とり型の(Alo.20aの.8)0.51mの.59の12.5 ペプの m)、p型のAlg.01Gag.98Ing.01P第1電流拡散層30(厚 (耳さ0.3 mm)、n型のGaAs cap層32 (耳さ0.0 さ 1 μm)、n型のAlg.01Gag.98Ing.01P電流数や層31 DBR28、p型のAlGaInP中間層29 (厚さ0.15μ 1 mm)をMOCDV法により順次復居した。

の3.0. 5ペアのDBR23、n型のAlg. 5Ing. 5Pとn型の p型OAlo, 51no. 5P と p型の(Alo, 20ao, 8)0, 51no. 5Pの 1 nmになるようにした。また、DBR24およびDBR38で 形成される共復器の共復改長も665ヵmになるように 2. 5ペプのDBR28は反射スペクトルの中心が665 [0027] ここで、n型のAlg. gGag. gAsとn型のAlAs (Mo. 26a0.8)0.5Ing.5Pの5. 5ペアのDBR24および とした。さらに量子井戸活性層26の位置は共振器中に生 じる症在彼の腹の位置にくるようにし、殆光ピーク故長 共復器長を開整した。本実施例では共仮器長を2放長分 は665ヵmになるようにした。

[0028] その後、因7に示すように、n型のGaAs cap フォトリングラフィーおよび、硫酸/過酸化水素系エッ をp型のAlg. 01Gag. 98Ing. 01P第1配抗拡散層30に選す ケナントにより n型V10.01Ga0.98Ing.01P氟流炭塔層31 るまでエッチングした。このときのエッチングで70 μ 層32を硫酸/過酸化水素系エッチャントが除去した後、 日本の圧筋状の軽減価略や形成した。

[0029] その後、図8に示すように、p型のAlo.olG 40.98Ing.01P第2電流拡散層33 (耳さ7 μm) をn型の No. 01Ga0.98Ing.01P電流狭窄層31およびp型のAlg.01G ag. 981ng. 01P第1電流拡散層30上に再成長する。

[0030] その後、図5に示すように、p型のAlg.016 ag. 98 Ing. 01 P第 2 電流拡散層33上にAuGe/Auを蒸捲し、フ オトリングワフィーおよび加エッチャントによるエッチ とはよりp型電極34が得られた。そして、GaAs基板を約2 ングにより表面電極を形成した。その後、熱処理するこ 80μmまで研磨し、この研磨した西にAuBe/Auを搭着 し、熱処理することによりn型電極35を形成した。

【0031】このようにして毎られた半導体発光繋子は の光出力は、30mAにて3.5mWであった。n型のA アのDBR24がない構造の素子の光出力が30mAにて 10.51ng. 好とn型の(Alg. 26ag. 8)0.51ng. 好の5.5~ 1. 8mWであったのに比べて、約2年の光田力向上が

0.5P第1クラッド層25の厚さが約0.3 umであるため に光出力向上が約2倍となっている。n型のAlo. gGao.sA の5. 5ペアのDBR24を加えることによる反射率向上 での距離が大きくなったことによる活性層の結晶性向上 て、n型のAlo, slno. gPとn型の(Alo, zGao, g)o, slno. gP [0032] 本実施例では、n型の(Alg. 76ag. 3)g.5In sとn型のAlAsの30.5ペアのDBR23の反射率は9 による寄与は小さく、As/Pの切り換え界面から活性層虫 8%程度であるので、この約2倍の光出力向上に対し

の寄与が大きい。

リアの間に込めが向上し、発光層に投するDBR層が(A) 0.22a0.8)0.5Ino.5Pの場合よりも4~6%程度光出力が [0033] また、発光層に接するDBR層をよりエネ ケギーギャップの大きいAlo. 5Ino. 5Pにすることでキャ

[0034] 炭糖魚3

は本実施例の半導体発光素子の製造工程を示す平面図で 図9 (a) は本実施倒で得られる半導体発光繋子の平面 図11 (a) および図12 (a) のX—Yでの酢函図で 図であり、図9 (b) は図9 (a) のX-Yでの新面図 である。図10は本実施例の半導体路光素子の製造工程 を示す断面図である。図11(a)および図12(a) bり、図11 (b) および図12 (b) は、それぞれ、

アのDBR44、n型の(Alg. 76ag. 3)g. 5Ing. 5P第 1クラッド層45、井戸層が50人のCaInPの量子井戸活性層46、p 型の(A10, 76a0, 3)0, 5Ing, 5P第2クラッド層47、p型のA1 0.5ksとn型のAlksの55.5ペプのDBR43、n型のAl 0.51ng.5Pとn型の(Alg.26ag.8)g.51ng.5Pの5.5ペ 0.51no.5Pとp型の(Alo.20aの.8)の.51no.5Pの5.5ペプ 【0035】この半導体発光素子はAlGaInP系のもので あり、図10に示すように、n型のGaAs基板41上にn型 のGaAsパッファー層42 (耳さ1 μm)、n型のAlg. 5Ga のDBR48、p型のAlg. scag. sAsとp型のAlAsの10.

5 ペプのDBR49、p型のAlg. 5Ing. sPとp型の(Alg. 26 40.80.5140.6Pの1. 5ペアのDBR60、p型のAlGaInP 0.01P第1電流拡散層52 (厚さ1μm)、n型のAlg.01Ga 0.98Ing.01P電流狹窄層53 (厚杏 0.3 μm)、n型のGa As cap層54 (厚さ0. 01 mm) をMOCDV法により 中間層51 (厚さ0.15 mm)、p型のAlg.01Gag.9gIn 質次徴層した。

(Alo. 26a0.8)0.5Ing.5Pの5. 5ペアのDBR44、p型の No. 5Ing. おとり型の(Alo. 26a. 8)0. 5Ing. 5Pの5. 5~ の5. 5ペアのDBR44およびp型のAlo.5Ino.5Pとp 最もGaInPの量子井戸活性層46側の層はAlo, 5Ino, 5Pとし [0036] ここで、n型のAlg. gGag. gAsとn型のAlAs の55. 5ペブのDBR43、n型のAlg. 5lng. gPとn型の た、n型のAlo. 5Ino. 5Pとn型の(Alo. 26ao. 8)0. 5Ino. 5P た。そして、DBR44およびDBR48で形成される共複器 の共復波長も 6 6 5 n m になるように共復器長を開整し た。本実施例では共仮器長を2数長分とした。さらに量子 井戸活性暦46の位置は共復器中に生じる定在数の腹の位 置にくるようにし、殆光ピーク故長は665ヵmになる 0. 5ペアのDBR49およびp型のAlg. 5Ing. 3とp型 の(Alo. 26ao. 8)o. 5Ino. 5Pの1. 5ペアのDBR50は反 射スペクトルの中心が665nmになるようにした。ま 型の(Alg. 26ag. 8) g. 5Ing. 5Pの 5. 5ペアのDBR48の アのDBR48、p型のAlo. sGao. sAsとp型のAlAsの1

[0037] その後、図11に示すように、n型のGaAs c ッチナントによりn型Alg.01Gag.98Ing.01P電流教学層5 後、フォトリングラフィーおよび、硫酸/過酸化水素系エ 3をp型のAlo. 01Gao. 98Ino. 01P第1億流拡散網52に设す るまでエッチングした。このときのエッチングで702 ap層64を硫酸/過酸化水紫系エッチャントで除去した Ⅲ♦の円形状の低流極路を形成した。

[0038] その後、図12に示すようにp型のAlg.gl6 Alo. 01Gao, 98Ino. 01P電流狭窄層53およびp型のAlo. 01G 90.981ng.01P第2電流拡散層55 (厚さ7 μm) をn型の ao. 98Ing. 01P第1電流拡散層52上に再成長した。

とによりp型電価56が得られた。そして、GaAs基板を約2 オトリングラフィーおよび加エッチャントによるエッチ [0039] その後、図9に示すようにp型のAlg, glaa 0.98Ing, 01P第2電流拡散配55上にAuBe/Auを接着し、フ ングにより表面電信を形成した。その後、熱処理するこ 80mmmが発展し、この研磨した面にVnGe/Vnを禁着 し、熱処理することによりn型電循57を形成した。

上下の多層反射膜の反射率は、実施例2で得られた半導 M2TH98~99% (DBR23ALUDBR240 反対率の合計)であったのが、本実施例においては99 対帯が、実施例2では70% (DBR28) でおったの のため、発光光の半値値は約1/2になっている。これ は、本実施例の半導体発光業子は、光ファイバーを使用 体案子の上下の多層反射膜の反射率よりも向上した。す が、本実施例においては95%程度(DBR48、DB R49およびDBR50の反射率の合計)となった。そ 【0041】 杉鉄橋室 ロンプナントサトアサメー 譲迫の [0040] いのようにした毎のれた半導体銘光兼子の なわな、発光層の基板側の多層反射層の反射率が、実施 となり、また、発光層の基板と反対側の多層反射層の反 2. 殆光層の上偏のDBRはAlGalnP系の材料であると9 0%以上の反射率を得るためには20ペア以上層数が必 On由と狭い。本英施例ではAlGaAs系DBRをAlGaInP系 DBRの中間に入れることによって少ない屠教で高い反 %以上 (DBR43およびDBR24の反射率の合計) 要になり、この時の反射スペクトルの半値値も20~3 した通信にはより選した光景であることを意味してい 対帯および広い反射スペクトル値を得ることができた。 光出力は実施例2のものと同程度のものが得られた。

LEDであるが、表面側DBRの反射率を更に向上させ た、殆光的倍を小さくすることで、因殆光マーザーを作 数することも可能である。 [0042]

[発明の効果] 以上明らかなように、請求項1の発明の

半導体殆光素子は、半導体高板上に、半導体基板と同程

度の格子定数を持ち、周折率を変えることのできる少な くとも2種類の材料系を使用し、それぞれが単一の材料 系からなる多層反射膜を複数形成し、この多層反射膜上

ることができる。

を合む1以上の層数からなる発光層を備える。このこと 項1の半導体発光素子において、発光層上に発光層と同 る。このことによって、容易に低而状態が、られ、少な [0043] また、肺水項2の半導体発光素子は、糖水 程度の格子定数を持つ材料系からなる多層反射膜を備え によって、活性層の結晶性低下を避けることができる。 い層数で高い反射率を得ることができる。

程度の格子定数を持つ多層反射膜が発光層と同じ材料系 材料系が異なる多層反射膜の場合よりも作製が容易であ 【0044】また、競水項3の半導体殆光紫子は、競水 項2の半導体発光素子において、発光層上の発光層と同 ためる。このことによって、岩光器と祐十紀数が同じた

光層と同程度の格子定数を持ち、周折率を変えることの ある。このことによって、殆光層よりも上の多層反射膜 [0045] また、請次項4の半導体発光素子は、請次 項2に記載の半導体発光素子において、発光層上に、発 できる少なくとも2種類の材料系を使用し、それぞれが 層反射膜の最も発光層側の材料が発光層と同じ材料系で 単一の材料系からなる多層反射膜を複数形成し、この多 の反射率を少ない層数で高くすることができる。

に投する多層反射膜を構成する層が、多層反射膜を 成 このことによって、キャリアのオーバーフローを哲断す 項1ないし4に記載の半導体発光素子において、発光層 するもう一方の届よりもエネルギーギャップが大きい。 [0046] また、間水項5の半導体発光素子は、請 ることができる。

項1ないし5に記載の半導体発光素子において、半導体 基板がGaAsである。このことによって、GaAs基板に格子 [0047] また、間水項6の半導体殆光素子は、請水 整合することができるAlGaAs系、AlGaInP系、ZnSe系等 が材料を使用することができる。

形成する半導体基板と同程度の格子定数を持ち、屈折率 【d048】また、前水項7の半導体発光繋子は、請水 項6に記載の半導体発光素子において、半導体基板上に を変えることのできる少なくとも 2種類の材料系を使用 し、それぞれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜 て、緑色から赤色の故長餌域の半導体発光素子を作製す ■が(Aly, Gal-y')z' Inj-z'P (0≤y'≤1, 0≤z'≤1) で が(AlyGal-y)zInl-P (0≤y≤1, 0≤z≤1) を含み発光 ある。タおよびス、ダおよびピを変化させることによっ

項7に記載の半導体発光素子において、半導体基板上に 形成する半導体基板と同程度の格子定数を持ち、阻折率 [0049] また、請求項8の半導体発光素子は、請求 を変えることのできる少なくとも 2種類の材料系を使用 し、それぞれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜 (0≤y≤1, 0≤z≤1) からなる多層反射膜よりも少ない 除色から赤色の紋長質板に対して、(AlyGal→) zInl→zP #AlxGal-xAs (0≤x≤1) を含む。このことによって、

にこの多層反射膜の表上層と同じ材料系からなる活性層

ようにした。

(V00+11_7007)) 00+01_7007 B4 34

9

•

/いっつんのノーアのハア 」/ つったの / _ フハハマ 記念 入上

8

智数で高い反射 を得ることができる。

[0050] 虫た、酵水類9の半導体溶光素子は、鯖水 項7および8に配載の半導体発光素子において発光層上 に備える発光層と同程度の格子定数を持ち、屈折率を変 rGa1 - xAs (0≤x≤1) を含む。このことによって、緑色 それぞれが単一の材料系からなる複数の多層反射膜がAl から赤色の数表質核に対して、(AlyGal-y)zInl-zP (05 y≤1,0≤z≤1)からなる多層反射膜よりも少ない層数 えることのできる少なくとも2種類の材料系を使用し、 で高い反射率を得ることができる。

【0051】また、請水項10の半導体発光素子は、請 **東項1ないし9に記載の半導体発光素子において半導体** 基板上に形成される半導体基板と同程度の格子定数を持 ち、屈折率を変えることのできる少なくとも2種類の材 科学を使用し、それぞれが単一の材料系からなる複数の 多層反射膜の最上層と同じ材料系の多層反射膜とその下 が0. 3 μ μ 以上である。このことによって、高い結晶 の別の材料系からなる多層反射膜の界面と活性層の距離 件の治性腫を形成することができる。

秋項1ないし10に記載の半導体発光素子において活性 【0052】また、請求項11の半導体発光素子は、請 個が量子井戸儲である。このことによって、高効率のフ ンナントキャパティー型LEDや困略光フーボーや行戦 することができる。

|図面の簡単な説明|

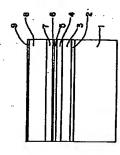
[図1] 図1 (a) および(b) はそれぞれ、本発明 の第1 実施例による半導体発光素子の平面図およびその X一Y新国図である。

[図2] 図1の半導体発光素子の製造工程を示す断面 図である。

半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのXー [図3] 図3 (a) および(b) は、それぞれ図1の 「野田図である。

【図4】 光出力のn-AlGalnP系DBRペア数依存性を 下す因である。

[図2]



[図5] 図5 (a) および (b) はそれぞれ、本発明 の第2実施例による半導体発光素子の平面図およびその K-Y 教団図である。

[図7] 図7 (a) および(b) はそれぞれ、図5の 図5の半導体発光素子の製造工程を示す断面 図である。 [9國]

半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのXー Y新西図である。

[図8] 図8 (a) および (b) はそれぞれ、図5の 半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびそのX一 Y断面図である。 [図9] 図9 (a) および(b) はそれぞれ、本発明 の第3英雄例による半導体発光素子の平面図およびその KーY乾函図である。

[図10] 図9の半導体発光業子の製造工程を示す断 面図である。

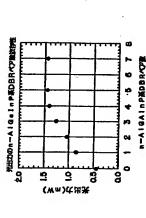
[図11] 図11 (a) および (b) はそれぞれ、図 9の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびその X一Y新酒図である。

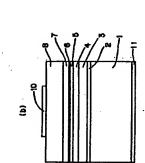
|図12| 図12 (a) および (b) はそれぞれ、図 9の半導体発光素子の製造工程を示す平面図およびその X一Y新函図である。

(年号の院形)

学篇、32、54・・・n-GaAs cap)篇、33、55・・・p-AlGa 中戸活性層、7、27、47・・・p-(Alo. 76ao. 3)0. 51ao. 5P 5, 57 · · · n型電腦、28, 48, 50 · · · p-AlGaInP系D BR、29、51・・・p-AlGaInP中間層、30、52・・・p-A l, 21、41···n-GaAs基板、2、22、42···n-GaAs / < 1, 44 · · · n-AlGaInPMDBR, 5, 25, 45 · · · n-(Al ッファー屋、3、23、43・・・n-AlGaAs采DBR、4、2 ··p-GaAs cap/層、10、34、56···p型電腦、11、3 lGaInP第1電流拡散層、31、53・・・n-AlGaInP電流按 0.76a0.3)0.5Ino.5Pクラッド層、6、26、46・・・量子 クラッド層、8・・・ p-Alg. 5Gag. 5As電流拡散層、9・ InP第2電流拡散層、49・・・p-AlGaAs采DBR。

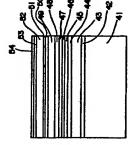
図





3

[9<u>8</u>]



[図10]

18

, 8 , 8 , 8

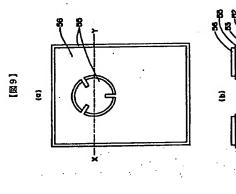
æ

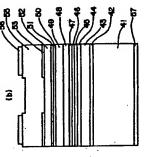
(M)

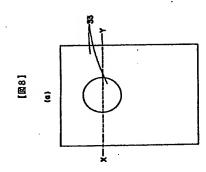
ê

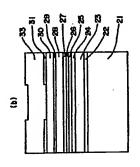
(<u>8</u>3)

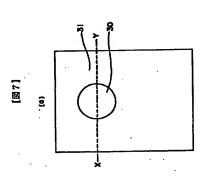
9

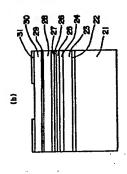


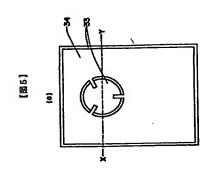


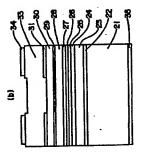




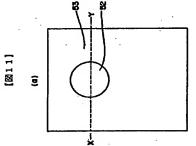


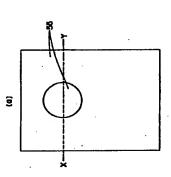


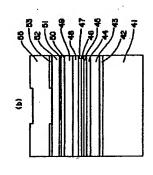


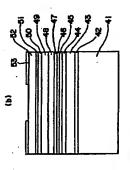


[812]









フロントページの概念

(7.) 强明者 村上 哲朗 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内

(72) 発明者

相別 引之 大阪府大阪市阿任野区長池町20番22号 シャープ株式会社内

F # - A (# #) 5F041 AN03 AA40 CA05 CA34 CA35
CA36 CA65 CA74 CA82 CA92
CB03 CB15 FF01 FF14
5F073 AA51 AA65 AA74 AB17 BA01
CA14 CB02